

西北典型地区节水与生态修复技术集成提升与规模示范

王忠静*, 吕华芳

(清华大学水利水电工程系水沙科学与水利水电工程国家重点实验室, 北京 100084)

“西北典型地区节水与生态修复技术集成提升与规模示范”项目(项目编号: 2016YFC0402900), 隶属国家“十三五”重点研发计划“水资源高效开发利用”专项“节水治污生态修复先进技术典型示范”方向, 项目总经费 2300 万元。项目团队由青海大学、清华大学(对口支援)和甘肃、宁夏、青海三省(区)水利科学研究院(所)以及三省(区)示范区建设的相关协助单位组成。

项目研究内容包括 8 个方面 17 个技术要点, 分配在 4 个课题进行交叉验证、深度总结、标准提炼、集成提升。

(1) 已有先进节水灌溉技术的水联网特征提炼融合

物联网在水利行业的应用, 称为水联网, 其特征是实时感知、水信互联、过程跟踪、智能处理; 根据水联网理论, 研究先进灌溉技术应用中水流监测、跟踪和控制过程的信息流, 判别物体感知、信息化、互联网接入和过程跟踪等物联网关键环节以及各环节间的信息联动机制, 结合农业灌溉特征, 融合提炼相应灌溉技术的水联网特征, 构建灌溉的水联网链路过程。

(2) 已有先进节水灌溉技术的生态修复功能挖掘

研究已有先进节水灌溉技术中水流循环转化过程, 评估已有先进节水灌溉技术通过水联网集成、规模化应用后的灌溉节水效果, 分析示范区综合水效率提升的过程, 研究水效率提升过程中的灌溉节水量及其对于回补地下水、增加灌区尾间湿地用水的作用, 从节约农业耗水、增加生态可用水量的角度, 挖掘灌溉技术的生态修复功能。

(3) 已有先进节水技术的水联网关键能力提升

研制低成本土壤墒情传感器, 提高灌溉水联网对土壤墒情的感知精度、降低设备成本, 实现大范围农田土壤墒情的连续观测, 提升已有节水技术的水联网感知能力, 为将已有节水技术嵌入水联网体系提供硬件基础。根据灌溉规模、地下水条件和新能源资源特性, 提出水泵选型和光伏阵列的最佳匹配模式, 研发出集光伏提水、低压灌溉和生态管控一体的第二代牧区提水补灌系统及成套设备, 提升光伏水泵供水均衡度和灌溉均匀度。研究两相介质的高含沙水流场特性, 改进高含沙水测流传感器的水位、流量、流速、水质、含沙量等参数的获取、

传输和处理技术, 提升传感器测流能力。

(4) 多类型节水灌溉技术西北典型区规模化应用示范

开展低碳提水灌溉技术、精量节水灌溉技术和水联网节水灌溉在青海高寒草原、甘肃自流灌区和宁夏扬黄灌区的规模化示范。研究青海柴达木示范区提水灌溉系统, 建设配套光伏提水机井、输配水管网系统和田间灌溉设施, 集成光伏提水+草场微灌的不同灌溉模式, 进行牧草增效灌溉, 开展不同微灌技术模式下的牧草多指标观测; 在甘肃省河西走廊疏勒河流域, 建设 2 万亩精量自流灌溉示范区, 在宁夏安装测灌联控一体化闸门 30 套, 控灌 2 万亩。

(5) 水管理政策工具技术西北典型区规模化应用示范

研究甘肃疏勒河流域水权交易机制, 进行自流灌区水权交易示范, 完善水权交易系统。开展宁夏扬黄灌区水银行制度体系、运行模式与机理、水权流转方式与程序、水权交易价格与期限、水银行与市场监管等技术研究, 并进行扬黄灌区水银行运行示范。研究提出精量节水灌溉与水权交易联合应用、水联网节水灌溉与水银行制度联合应用的水资源效率提升一体化技术, 研究水管理政策工具规模化应用对西北典型区域节水工程技术转化的倒逼和激励机制。

(6) 不同类型节水技术的联合应用技术与适宜性评价

根据研究区域特征选取典型节水灌溉技术, 从区域、流域等角度研究讨论不同节水灌溉技术在不同规模应用情况下的综合性能与区域适宜性。从灌溉技术特性、设备接口以及应用条件等方面, 研究不同类型灌溉节水技术的联合应用模式。从能耗、水耗、精度、准度、生态影响、可控、可靠、经济、持久等方面, 研究节水灌溉技术联合应用适宜性评价方法, 建立以低碳化、精量化、生态化、智能化和经济性等方面为内容的综合评价体系, 对不同类型节水灌溉技术及其联合应用模式的适宜性进行评价。

(7) 节水灌溉技术规模化集成应用与安全性评价

研究不同类型节水灌溉技术集成方法, 提出集成技术规模化示范应用的技术实施方案, 通过青海、甘肃、宁夏应用示范过程和效果的跟踪监测分析, 研究节水灌溉技术规模化集成应用的生态影响, 评估其安全性。

* 责任作者: 王忠静(1963—), 男, 教授, 博士生导师, 清华大学水沙科学与水利水电工程国家重点实验室副主任, 主要研究方向为水文学及水资源等, E-mail: zj-wang@tsinghua.edu.cn.

(8) 节水灌溉与生态修复互补衔接技术与持续性评价研究草原提灌与草原生态保护的衔接和协同发展技术,研究农牧经济用地向生态用地的功能转换模式,提出光伏提水灌溉与牧场生态修复互补衔接技术。研究水联网精量节水灌溉技术规划化应用对于灌区地下水恢复和尾间绿洲生态修复的影响,识别生态修复的入渗水量、下泄水量及流量需求,研究不同节水灌溉技术的组合方式、技术应用空间布局和时间规划,研究生态修复与节水灌溉技术的衔接模式,提出节水灌溉与生态修复技术集成提升技术。

该项目技术路线包括:

(1) 已有技术集成—交叉示范验证—安全标准提炼的技术路径

集成现有的水联网、水资源智能调度、节水灌溉、水权交易和水银行等技术,分别在青海省海西州牧场、甘肃省河西走廊疏勒河流域典型灌域和宁夏红寺堡扬黄灌区典型灌域建设示范区,将低碳生态灌溉、精量节水灌溉、智能节水灌溉、制度节水灌溉等技术在不同示范区进行交叉示范和集成提升,多尺度、多元化地评价其适用性、经济性和安全性,从而提炼出适宜西北干旱区不同地域的集低碳、精量、生态、智能、经济于一体的精量节灌安全技术标准体系。

(2) 国内独立研发—国际技术改造—中外联合提升的创新机制

凝结国内目前已有的相关技术,研制低成本土壤墒情传感器和光伏提灌成套设备,改进高含沙水测流传感器和扬黄渠道首部枢纽智设备,形成具有独立知识产权的专利技术设备。引进澳大利亚全渠道闸门控制系统,改进太阳能供电系统、铝合金材质主体闸门以及数据传输系统等关键部件和技术。充分发挥国内外相关研究领域的技术优势,实现低碳、精量、生态、智能和经济的水联网节水灌溉集成技术的联合提升,达到国际领先水平。

(3) 嵌套式规模化示范—生产中人员培训—自我激发的推广模式

整合研发的相关技术和设备,在青海、甘肃、宁夏开展嵌套式规模化示范。青海省在海西州牧场建设集光伏提水、低压灌溉和生态监控于一体的示范区1万亩,嵌套低成本墒情传感器监测500亩;甘肃省在疏勒河流域典型灌域建设水权交易示范区10万亩,嵌套灌测联控闸门控灌2万亩和低成本墒情传感器监测1000亩;宁夏在红寺堡扬水灌域建设水银行示范区20万亩,嵌套灌测联控闸门控灌2万亩。示范应用中,对当地技术人员、农民群众等进行全过程跟踪式技术培训。充分发挥出节水和生态修复的综合效益,实现自我激发的推广模式。

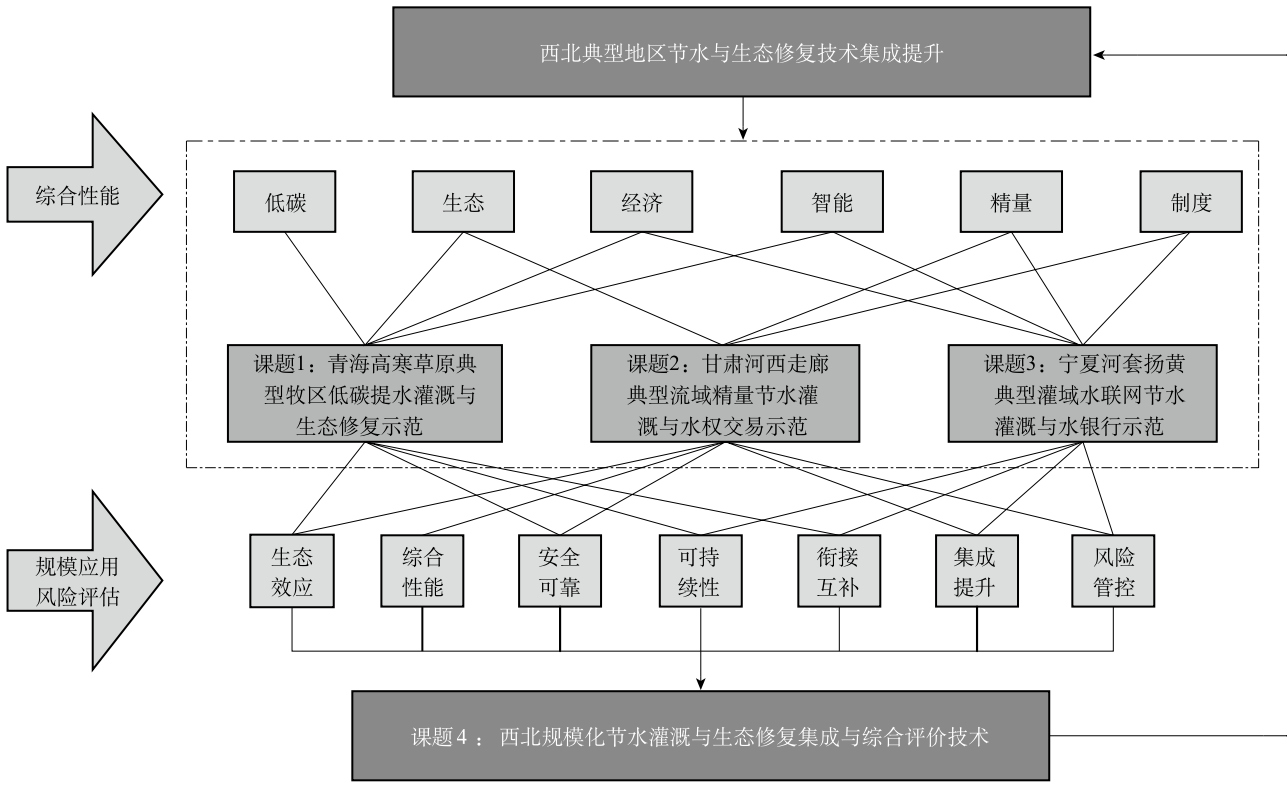


图1 项目课题逻辑关系图